

FRIEDRICH KRÜGER

Über die ungleiche Resistenz des Blutfarbstoffs verschiedener Thiere gegen zersetzende Agentien

[Germany]
1887

EOD – Millions of books just a mouse click away! In more than 10 European countries!



Thank you for choosing EOD!

European libraries are hosting millions of books from the 15th to the 20th century. All these books have now become available as eBooks – just a mouse click away. Search the online catalogue of a library from the eBooks on Demand (EOD) network and order the book as an eBook from all over the world – 24 hours a day, 7 days a week. The book will be digitised and made accessible to you as an eBook.

Enjoy your EOD eBook!

- Get the look and feel of the original book!
- Use your standard software to read the eBook on-screen, zoom in to the image or just simply navigate through the book
- *Search & Find:* Use the full-text search of individual terms
- *Copy & Paste Text and Images:* Copy images and parts of the text to other applications (e.g. word processor)

Terms and Conditions

With the usage of the EOD service, you accept the Terms and Conditions provided by the library owning the book. EOD provides access to digitized documents strictly for personal, non-commercial purposes. For any other purpose, please contact the library.

- Terms and Conditions in English: <http://books2ebooks.eu/odm/html/utl/en/agb.html>
- Terms and Conditions in Estonian: <http://books2ebooks.eu/odm/html/utl/et/agb.html>

More eBooks

Already a dozen libraries in more than 10 European countries offer this service.

More information is available at <http://books2ebooks.eu>

SEPARATABDRUCK

AUS DER

ZEITSCHRIFT FÜR BIOLOGIE.

Krüger

Ueber die ungleiche Resistenz des Blutfarbstoffs verschiedener Thiere gegen zersetzende Agentien.

Von

Dr. med. Friedrich Krüger,

Assistent am physiologischen Institut der Universität Dorpat.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Hämoglobine, je nach der Thierart, der sie entstammen, bedeutende Unterschiede unter einander aufweisen, die sich auf die Löslichkeit, Krystallisationsfähigkeit, auf die Krystallform etc. beziehen. Gemeinschaftlich allen Hämoglobinen ist aber die Eigenschaft, im Spectrum die charakteristischen Absorptionsstreifen zu erzeugen.

Wenn nun, je nach der Thierart, die Hämoglobine so beträchtliche Differenzen nach den verschiedensten Seiten zeigen, so dürfte es von vornherein als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass sie auch hinsichtlich der Zersetzbarkeit Unterschiede aufweisen werden — diese Voraussetzung wurde denn auch durch die, unter Al. Schmidt's Leitung ausgeführten, Untersuchungen Körber's¹⁾ bestätigt.

Um das Hämoglobin zu zersetzen, bediente Körber sich der Essigsäure und der Natronlauge, beide von 10%.

Von jeder zu untersuchenden Blutart wurden zwei Reihen von Präparaten von gleichem Volum und möglichst gleichem Hämoglobingehalt hergestellt; die Präparate der einen Reihe erhielten steigende Zusätze von Essigsäure, die der andern von Natronlauge. Die Zusätze waren vorher bestimmt und wurden genau abgemessen.

1) Ernst Körber, über Differenzen des Blutfarbstoffs. Inaug.-Dissert. Dorpat 1866.

Da es sich darum handelte, die Zersetzlichkeit des Hämoglobins verschiedener Thiere zu vergleichen, so wurden die ein für alle Mal gewählten Mischungsverhältnisse zwischen Hämoglobinlösung einerseits und Essigsäure resp. Natronlauge andererseits durchweg bei allen Versuchen innegehalten.

Als Maassstab der Zersetzlichkeit der Hämoglobine galt die Zersetzungszeit, d. h. die Zeit vom Moment der Zumischung des zersetzenden Agens bis zum Moment des Schwindens der Blutbänder im Spectrum. Je grösser diese Zeit, desto geringer die Zersetzlichkeit und umgekehrt.

Da von den vielen Blutarten, welche Körper zu untersuchen Gelegenheit hatte, nur die wenigsten ein krystallisirbares Hämoglobin besaßen, so verzichtete er auf die Reindarstellung desselben durch Krystallisation.

Er arbeitete nur mit stark mit Wasser verdünntem defibrinirtem Blut, und um überall den gleichen Hämoglobingehalt zu erzielen, bediente er sich sowohl der bekannten Hämoglobin- als auch der Hämatinprobe. Er ging hierbei von einer Normallösung aus, welche aus 1 Theil defibrinirten Katzenblut und 99 Theilen Wasser bestand, und verdünnte das zu untersuchende Blut so lange mit Wasser bis die Farbe desselben mit derjenigen der Normallösung sowohl bei der Hämoglobin- als bei der Hämatinprobe übereinstimmte. Zu den Versuchen mit Essigsäure wurden 10 ccm, zu denen mit Natronlauge 20 ccm der verdünnten Blutlösung abgemessen.

Körper fand auf diese Weise, dass die Hämoglobine verschiedener Thierarten sich in Betreff ihrer Zersetzlichkeit resp. ihrer Resistenzfähigkeit gegen die angewandten zersetzenden Agentien im höchsten Grade verschieden verhalten. Aus seinen Zahlen entnehme ich ferner für die Säugethiere, dass das Hämoglobin der Pflanzenfresser viel schwerer zersetzlich ist, als das der Fleischfresser und des Menschen. Als Beleg hierfür stelle ich folgende, aus Körper's Arbeit entnommenen Zahlen tabellarisch zusammen ¹⁾.

Als zersetzendes Agens ist die 10% Natronlauge im Verhältniss von 20 Theilen Blutlösung und 1 Theil Lauge angenommen.

1) Körper's Arbeit S. 77 ff. und Tabelle I A Reihe 7.

Indem man die Zersetzungszeit des Hämoglobins eines Typhuskranken als die kleinste in dieser Versuchsreihe gleich der Einheit setzt und auf dieser Grundlage die Zahlen im 2. Tabellenstabe umrechnet, erhält man die im 3. Tabellenstabe angegebenen Zahlen als relative Ausdrücke der Differenzen in der Zersetzlichkeit der verschiedenen Hämoglobine. Der 4. Tabellenstab enthält die Hinweise auf die betreffenden Versuche Körbers.

Blut vom	Zersetzungszeit in Min.	Verhältniss der Zersetzungszeiten	Seite bei Körper
Mensch (Typhus)	$\frac{1}{12}$	1	45
Hund I (gut gefüttert)	$\frac{1}{6}$	2	59
Hund (ders., 14 Tage früher)	$\frac{1}{4}$	3	34
Mensch (Pneumonie)	$\frac{1}{4}$	3	48
Mensch (Empyem)	$\frac{1}{2}$	6	52
Katze	1—2	12—24	20
Mensch (gesund)	$1\frac{1}{2}$	18	36
Placentarblut	2	24	39
Schaf I	35	420	56
Schaf II	38	456	67
Pferd III	38	456	54
Schaf III (Milzbrand)	45	540	68
Pferd II	50	600	49
Pferd I	60	720	27
Hase	80	960	30
Schwein	180	2160	56
Rind I	mehr als 180	mehr als 2160	25
Rind II (Milzbrand)	" " 180	" " 2160	64

Das Blut des Typhuskranken erscheint hier also 2160 mal und das des Hundes I 1080 mal leichter zersetzlich, als das des Rindes I. Aber auch individuelle Differenzen bei Thieren gleicher Art lassen sich aus diesen Zahlen ableiten. Auch Krankheit scheint einen Einfluss auf die Zersetzlichkeit des Hämoglobin auszuüben, so der Milzbrand, der Typhus.

Dass die Hämoglobine sich auch gegenüber der Essigsäure sehr verschieden verhalten, zeigt die nachfolgende Tabelle, deren Zahlen ebenfalls der Körper'schen Arbeit entnommen sind. Nur sind

die Unterschiede der Zersetzlichkeit hier nicht so gross, wie bei Einwirkung der Natronlauge; auch stimmt die Reihenfolge der Hämoglobine nach ihrer Zersetzlichkeit nicht ganz mit der in der ersten Tabelle überein.

Das Mischungsverhältniss in der folgenden Tabelle ist gleich 10 Theile Blutlösung zu 1 Theil Essigsäure von 10% ¹⁾.

Blut vom	Zersetzungs- zeit in Min.	Verhältniss der Zer- setzungszeiten
Hund III	3	1,00
Typhuskranker	4	1,33
Hund II	4½	1,50
Hund I	5	1,67
Mann (gesund)	5,5	1,83
Placentarblut	7	2,33
Hase	9	3,00
Katze	10	3,33
Schaf I und II	15	5,00
Schaf III	16	5,33
Rind I	28	9,33
Pferd	38	12,67
Schwein	40	13,33
Rind (Milzbrand)	120	40,00

Bei einer genaueren Betrachtung der Körper'schen Versuche lässt sich aus denselben noch Folgendes über den Verlauf der Zersetzungen bei Essigsäure und Natronlauge entnehmen.

1. Essigsäure. Mag die Essigsäure das Hämoglobin rasch oder langsam, je nach der Thierart, aus welcher dasselbe stammt, zersetzen, stets wächst die Geschwindigkeit der Zersetzung in geradem Verhältniss mit der Grösse des Essigsäurezusatzes, aber nicht proportional, sondern in beschleunigtem Maasse. Anders ausgedrückt: die Zersetzungszeiten nehmen rascher ab, als die Essigsäurezusätze zunehmen.

Bei der Vergleichung verschiedener Hämoglobine von verschiedener Zersetzlichkeit sieht man daher auch, dass die anfangs sehr deutlichen Unterschiede der Zersetzungszeiten bei grossen Essig-

1) a. a. O. Tabelle I, B. Reihe 6.

säurezusätzen kleiner werden und endlich bei den allergrössten, bei welchen die Zersetzung in wenigen Secunden verläuft, ganz schwinden.

2. Natronlauge. Ganz dasselbe gilt von der Natronlauge, aber nur bis zu einem gewissen Punkte. Es zeigt sich nämlich bei Natroneinwirkung, dass die Blutbänder sehr rasch abnehmen, aber ein schwaches Ueberbleibsel derselben schwindet langsamer, zum Beweise, dass die letzten Spuren des Blutfarbstoffes der Zersetzung durch Natron bis zu einem gewissen Grade widerstehen. Je grösser der Natronzusatz, desto länger erhält sich dieser Hämoglobinrest, weshalb Körper von einer hemmenden Wirkung grosser Natronzusätze spricht. Bei den allergrössten von Körper angewandten Natronzusätzen erhielt sich dieser Rest, namentlich bei den an sich schwer zersetzlichen Hämoglobinen (wie z. B. vom Pferd, Rind u. s. w.) unverändert 16 Stunden lang, so dass die weitere Beobachtung aufgegeben wurde.

Bis zu dem erwähnten Punkte nun wächst auch hier die Geschwindigkeit der Zersetzung in geradem und zugleich beschleunigtem Verhältniss mit der Quantität des Natronzusatzes; ja es zeigt sich, dass die absoluten Zersetzungszeiten hier viel kleiner sind, als bei Essigsäurewirkung; das Natron wirkt, wenn man vom letzten Ueberbleibsel des Hämoglobins absieht, bedeutend energischer zersetzend, als die Essigsäure. Von diesem Punkte an aber schreitet die Zersetzung um so langsamer fort, je grösser der Natronzusatz war. Sieht man demnach von jenen Hämoglobinüberbleibseln nicht ab, so müsste man sagen, dass bei Anwendung grösserer Mengen die Essigsäure das Hämoglobin energischer zersetzt, als die Natronlauge.

Bei den schwerzersetzlichen Hämoglobinsorten (z. B. vom Pferde, Hasen, Rind etc.) zeigt sich deutlich ein Uebergangsstadium zu der, den Hämoglobinrest betreffenden, hemmenden Wirkung der Natronlauge. Hier erkennt man nämlich das Gesetz, dass die Zersetzungszeiten rascher abnehmen, als die Natronzusätze wachsen, nur noch ganz zu Anfang der Reihe, also bei den kleinsten und kleineren Zusätzen, wo die absoluten Zersetzungszeiten sehr grosse sind; von einer gewissen Grenze an aber, also bei mittlerer Grösse der Zusätze nehmen die Zersetzungszeiten zwar gleichfalls noch mit den

Natronzusätzen ab, aber nicht mehr in beschleunigtem, sondern im Gegentheil in verlangsamtem Maasse, wobei der Hämoglobinrest immer hartnäckiger zu widerstehen beginnt; bei den grösseren und grössten Zusätzen wird zwar ein grosser Theil des Hämoglobins rasch zersetzt, aber die Zersetzung des Hämoglobinrestes erfolgt nun um so langsamer, je grösser der Natronzusatz war. Aus diesen Verhältnissen erklärt sich die aus den Körber'schen Versuchen, bei genauerer Betrachtung derselben, sich ergebende Thatsache, dass die genannten, an sich sehr schwer zersetzlichen Hämoglobinarten im Unterschiede von allen übrigen von Körber untersuchten, durch Natronlauge langsamer zersetzt werden, als durch Essigsäure. Nur bei den kleineren Zusätzen war hier ein Unterschied zu Gunsten der Natronlauge wahrnehmbar.

Um den Unbequemlichkeiten, welche durch den Zersetzungsrest der Beobachtung erwachsen, zu entgehen, bereitete sich Körber aus seiner Normallösung durch Verdünnen mit Wasser eine $\frac{1}{10}$ Normallösung. Die Zersetzung der zu prüfenden, mit Hilfe der Normallösung selbst hergestellten, Blutlösung beobachtete er dann nur bis zu dem Momente, in welchem die Blutbänder mit denjenigen der $\frac{1}{10}$ Normallösung übereinstimmten; war es so weit gekommen, so betrachtete er die Blutlösung als „zersetzt“. Aber dieses Verfahren, den Zersetzungswerth zu eliminiren, leidet offenbar an grosser Unsicherheit.

Ich hielt diese durch Körber ermittelten Thatsachen für wichtig genug, um sie einer erneuten Prüfung zu unterziehen, unter besonderer Berücksichtigung der Einwände, welche gegen seine Methode erhoben werden können.

Dass Körber die Forderung, Blutlösungen von gleichem Hämoglobingehalt zu erhalten, mit der Blutfarbstoffprobe nur annähernd erfüllt hat, ist gewiss. Gegenüber den ungeheuren, von ihm beobachteten, Unterschieden der Zersetzungszeit kommt aber dieser Umstand offenbar gar nicht in Betracht. Wenn der ungleiche Hämoglobingehalt die Ursache seiner Befunde gewesen wäre, dann hätte z. B. seine aus Schweineblut bereitete Blutlösung, trotz der Hämoglobin- und Hämatinprobe, einen 780 mal grösseren Hämoglobingehalt besessen, als die Typhusblutlösung!

Ein zweiter Einwand könnte aus dem Umstande abgeleitet werden, dass Körper mit Blutlösungen und nicht mit reinen Hämoglobinslösungen arbeitete. Nehmen wir nun an, sämtliche Hämoglobine besäßen eine gleiche Zersetzlichkeit, so würde folgen, dass die von Körper constatirten Unterschiede der Zersetzungszeiten auf nichts anderem beruhten, als auf Verschiedenheiten der neben dem Hämoglobin im verdünnten Blute enthaltenen Bestandtheile des Serum und der Blutkörperchen, also auf einer ungleichen Zusammensetzung des Bluts mit Bezug auf diese Bestandtheile. Wie gewaltig verschieden müsste aber alsdann die Zusammensetzung des Blutes verschiedener Thiere sein und wie mächtig müssten jene nebenhergehenden Blutbestandtheile die Zersetzung des Hämoglobins durch Essigsäure und Natronlauge beeinflussen!

Sowenig die Wahrscheinlichkeit für diesen letztern Einwand spricht, so halte ich ihn doch insoweit für berechtigt, um ihn einer experimentellen Prüfung zu unterziehen.

Ich beschloss daher, die Körper'schen Versuche zu wiederholen und zwar mit Lösungen von reinem, krystallisirten Hämoglobin; dieses erschien mir auch deshalb nothwendig, weil Preyer ¹⁾ thatsächlich die eben erwähnten Einwände gegen Körper erhoben hat.

Preyer behauptet, die von Körper angewandte Methode gestatte für die Frage der Zersetzlichkeit des Blutfarbstoffs keinen Schluss und begründet dies folgendermaassen: „Die Grundbedingung derartiger Untersuchungen, die Hämoglobine verschiedener Thiere unter absolut gleiche Bedingungen zu bringen, war nicht erfüllt, so dass die Zeitunterschiede, welche bei Einwirkung von Essigsäure oder Natronlauge auf Blut bis zum Verschwinden der Absorptionsstreifen im Spectrum beobachtet wurden, zum Theil auf quantitative und qualitative Unterschiede in der Blutzusammensetzung, zum Theil auf verschiedene Diffusionszeit, zum Theil auf ungleiche Resistenz bezogen werden können“.

Preyer gibt also die Möglichkeit zu, dass die Körper'schen Resultate, wenigstens zum Theil auf ungleiche Resistenz der Hämoglobine bezogen werden können, spricht aber zugleich den betreffen-

1) W. Preyer, die Blutkrystalle, Jena 1871 S. 61.

den Versuchen jede Beweiskraft für diese Annahme ab, wie er denn auch weiterhin erklärt, es sei trotz Körber's zahlreichen Versuchen nichts über die Widerstandskraft der Hämoglobine verschiedener Thiere bekannt, „es sei denn, dass man die verschiedene Löslichkeit der Krystalle, je nach ihrer Herkunft dahin rechnen wolle“.

Was nun aber die angeführten Motive zu diesem Urtheil anbetrifft, so gestehe ich, dass mir der aus der „verschiedenen Diffusionszeit“ abgeleitete Einwand bei einer Flüssigkeit, die aus 1 Theil Blut und 100 Theilen Wasser besteht, unverständlich geblieben ist. Ueber die Möglichkeit, resp. Unmöglichkeit der von Körber gefundenen Differenzen der Zersetzungszeit auf entsprechende Differenzen im Hämoglobingehalt seiner Blutlösungen zu beziehen, habe ich schon gesprochen, es blieben also nur die „qualitativen“ Unterschiede in der Blutzusammensetzung übrig. Hier aber war die Entscheidung unschwer zu finden.

Ich wählte zu meinen Versuchen Hunde- und Pferdeblut. Beide krystallisiren leicht und sind leicht zu beschaffen; beide zeigen ausserdem nach Körber eine sehr verschiedene Widerstandskraft gegen Essigsäure und Natronlauge. Bestätigten sich an diesen beiden Hämoglobinen, nachdem sie durch Krystallisation von Beimengungen gereinigt worden, die Erfahrungen Körber's, so war dies offenbar maassgebend für die Beurtheilung seiner übrigen Versuche. Deshalb prüfte ich diese beiden, von mir untersuchten Hämoglobinarten auch zugleich nach Körber's Methode, d. h. in jedem Versuch bereitete ich mir neben der Blutkrystalllösung auch noch eine einfache wässrige Lösung des betreffenden Blutes von annähernd demselben Hämoglobingehalt und verglich in beiden Lösungen die Zersetzungszeiten nach Zusatz von Essigsäure und Natronlauge.

Um nicht durch den Zersetzungsrest gestört zu werden, wendete ich von der Natronlauge kleinere Quantitäten, als von der Essigsäure an und bestimmte die Zersetzungszeit bis zum völligen Schwund der Blutbänder; selbstverständlich aber waren die Essigsäure- sowohl als die Natronzusätze bei beiden mit einander zu vergleichenden Blutarten die gleichen.

Methode der Untersuchung.

Das Princip der Untersuchung war dasselbe wie bei Körper — Beobachtung der Zersetzung des Hämoglobin im Spectrum bis zum Schwunde der Blutbänder und Messung der Zersetzungszeiten.

Um der Forderung möglichst gleicher Concentrationen zu genügen, wurde die Krystall- sowohl als die Blutlösung soweit mit Wasser verdünnt, bis eine Probe derselben, mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt am Hüfner'schen Spectrophotometer, bei einer Einstellung desselben, wie ich sie vor Kurzem angegeben ¹⁾, einen Winkel (φ) von 72—74° ergab. Hierauf wurden 20 ccm der ursprünglichen Blut- resp. Hämoglobinlösung in ein für spectrale Beobachtung geeignetes Fläschchen übergeführt, 20—x ccm Wasser, dann x ccm Essigsäure oder Natronlauge (beide von 10%) hinzugefügt, durchgeschüttelt und sogleich die Beobachtung im Spectrum begonnen.

Aus der Gleichheit des Extinctionscoefficienten kann man aber nur bei gleichartigem Blut resp. Hämoglobin auf gleiche Concentration schliessen. Die Lichtabsorption des Pferde- und Hundeblasses ist aber eine verschiedene. Deshalb und weil der Winkel φ selbst zwischen den Grenzen 72 und 74° schwankte, erschien es nothwendig, in jedem Versuche das Absorptionsverhältniss des Hämoglobin besonders zu bestimmen, um mit Hilfe dieser Grösse und des Extinctionscoefficienten nachträglich die Concentration jeder einzelnen zur Untersuchung gelangten Lösung zu berechnen. Die Bestimmung des Absorptionsverhältnisses geschah genau nach der in der angeführten Arbeit angegebenen Methode. Dasselbe gilt auch von der Methode der Krystallisation, nur wurde bei der Krystalldarstellung die Lösung der Stromata ohne Zuhilfenahme von NH_3 , nur durch Wasser und gelindes Erwärmen ausgeführt. Ich bemerke, dass die Blutkrystalle vor erneutem Umkrystallisiren und desgleichen vor Herstellung der für die spectrophotometrische und darauffolgende spectroscopische Untersuchung bestimmten Lösungen dreimal auf der Centrifuge unter grossen Verlusten gewaschen wurden.

1) Diese Zeitschrift Bd. 24 S. 47.

In meinen früheren spectrophotometrischen Versuchen löste ich die Blutkrystalle, um eine vollkommene Klärung der Flüssigkeit zu erhalten, nach Hüfner nicht in destillirtem Wasser, sondern in 0,1% Sodalösung. Diesen Zusatz liess ich in diesen Untersuchungen fallen, da das Salz die Zersetzungs Vorgänge durch Essigsäure und Natron beeinflussen konnte. Meine filtrirten Blutkrystalllösungen waren so klar, dass eine weitere Klärung durch Soda unnöthig erschien.

Aus früher angegebenen Gründen wählte ich zur Bestimmung des Hämoglobingehaltes der wässerigen Blutlösungen das nach einmaliger Krystallisation des betreffenden Hämoglobin gefundene Absorptionsverhältniss.

Um bei der spectroscopischen Beobachtung eine möglichst gleichmässige Lichtquelle zu haben, schloss ich das Zimmer vom Tageslicht ab und beleuchtete den Apparat mittels einer Petroleumlampe. Die Entfernung der Lampe, sowie des gleich näher zu beschreibenden Fläschchens mit der zu untersuchenden Hämoglobinlösung vom Spectroscop war natürlich stets dieselbe.

Zur Aufnahme der zu prüfenden Hämoglobinlösungen dienten mir dieselben Gefässe, die auch Körber benützte. Es sind das Fläschchen aus Spiegelglas, die ungefähr 40—45 ccm Flüssigkeit fassen; die Aussenflächen sind einander parallel abgeschliffen, die inneren dagegen nicht ganz parallel. Die durchschnittliche Entfernung der einander gegenüber stehenden Flächen beträgt 1 cm.

Die Folgen einer ungleichen inneren Begrenzung verschiedener Fläschchen, die natürlich eine verschiedene Dicke der zu untersuchenden Flüssigkeitsschicht bedingen mussten, konnten dadurch eliminirt werden, dass zu den einander entsprechenden Präparaten verschiedener Blutarten stets dieselben Fläschchen benützt wurden, z. B. zu den Präparaten mit 0,5 ccm Natronlauge stets Fläschchen Nr. 1, zu den Präparaten mit 0,25 ccm Natronlauge — Fläschchen Nr. 2 u. s. w.

Die Zersetzungszeit wurde bestimmt, indem der Augenblick des Zusatzes des zersetzenden Agens zur Blut- resp. Hämoglobinlösung einerseits, und der Zeitpunkt, in dem die Absorptionsstreifen im Spectrum geschwunden waren, andererseits notirt wurde.

Versuche.**Versuch I. Hundeblut.**

Das Blut wurde einer Hündin abgenommen, welche häufig war. Das Absorptionsverhältniss fiel in diesem Falle bedeutend höher aus, als in meinen früheren Bestimmungen dieses Werthes für Hundeblut. Der Wegfall der Sodalösung kann diesen Unterschied nicht bedingt haben, denn das Absorptionsverhältniss im nächstfolgenden Versuche stimmt wieder mit dem früher für Hundeblut gefundenen überein, obgleich auch hier kein Sodazusatz stattfand. Sollte etwa der Umstand, dass die Hündin gerade häufig war, hier von Einfluss gewesen sein? Ich wüsste nicht, worauf ich dieses Verhalten sonst zurückführen könnte.

Dabei zeigte sich auch in diesem Versuche, dass das Absorptionsverhältniss nach der zweiten Krystallisation höher ausfiel, als nach der ersten.

Für jede Beobachtungsreihe werde ich den Winkel φ , den entsprechenden Extinctioncoefficienten ε , das Absorptionsverhältniss A und die berechnete Concentration $c = A \varepsilon$ angeben.

Da es schwierig ist, den Augenblick des Schwindens der Blutbänder genau zu bestimmen, besonders bei langsamerem Verlauf der Zersetzung, so haftet den als „Zersetzungszeiten“ bezeichneten Grössen eine gewisse Unsicherheit an. Diese Unsicherheit kommt aber, wie man sehen wird, beim Vergleich des Hunde- und Pferdebluts nicht in Betracht.

A. Wässrige Blutlösung.

$$\varphi = 73^\circ, \varepsilon = 1,06812, A = 0,1586, c = 0,169.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat (= 40 ccn) betrug 0,068 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccn zersetzt in 87'	0,25 ccn zersetzt in 91'
1,0 " " " 32'	0,50 " " " 12'
1,5 " " " 13,5'	1,00 " " " 1,5'

B. Hämoglobinlösung nach einmaliger Krystallisation.

$$\varphi = 73^{\circ} 30', \varepsilon = 1,09332, A = 0,1586, c = 0,173.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,069 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 85'	0,25 ccm zersetzt in 104'
1,0 " " " 36'	0,50 " " " 16'
1,5 " " " 16'	1,00 " " " 2'.

C. Hämoglobinlösung nach zweimaliger Krystallisation.

$$\varphi = 74^{\circ} 30', \varepsilon = 1,14620, A = 0,1625, c = 0,186.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,075 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 95'	0,25 ccm zersetzt in 118'
1,0 " " " 36'	0,50 " " " 16'
0,5 " " " 18'	1,00 " " " 1,5'

Versuch II. Hundeblut.

A. Wässrige Blutlösung.

$$\varphi = 72^{\circ} 30', \varepsilon = 1,04372, A = 0,1319, c = 0,138.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,055 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 70'	0,25 ccm zersetzt in 98'
1,0 " " " 28'	0,50 " " " 12'
1,5 " " " 12'	1,00 " " " 2'.

B. Hämoglobinlösung nach einmaliger Krystallisation.

$$\varphi = 72^{\circ}, \varepsilon = 1,02004, A = 0,1319, c = 0,135.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,054 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 75'	0,25 ccm zersetzt in 86'
1,0 „ „ „ 27'	0,50 „ „ „ 11'
1,5 „ „ „ 14'	1,00 „ „ „ 1,0—1,5'.

Versuch III. Pferdeblut.

Die Zersetzungszeiten des Pferdehämoglobins dehnten sich auf der ersten, d. h. kleinsten Stufe des Essigsäure- sowohl als des Natronlaugezusatzes dermaassen lange aus, dass ich die Beobachtung nicht ganz bis zu Ende d. h. bis zum völligen Schwunde der Absorptionsstreifen fortsetzte. Die betreffenden Zahlen sind also zu klein ausgefallen.

A. Wässrige Blutlösung.

$$\varphi = 74^{\circ}, \varepsilon = 1,11932, A = 0,1331, c = 0,149.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,060 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in mehr als 420'	0,25 ccm zersetzt in mehr als 450'
1,0 „ „ „ 261'	0,50 „ „ „ 124'
1,5 „ „ „ 130'	1,00 „ „ „ 64'

B. Hämoglobinlösung nach einmaliger Krystallisation.

$$\varphi = 72^{\circ}, \varepsilon = 1,02004, A = 0,1331, c = 0,136.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparat betrug 0,054 g.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in mehr als 360'	0,25 ccm zersetzt in mehr als 360'
1,0 „ „ „ 205'	0,50 „ „ „ 113'
1,5 „ „ „ 115'	1,00 „ „ „ 47'.

Schluss.

Ueberblickt man diese Versuche, so sieht man zunächst, dass die Natronlauge bedeutend energischer zersetzend wirkt, als die

Essigsäure. Bei grösseren Natronzusätzen hätte sich das Verhältniss wegen des Zersetzungsrestes ohne Zweifel umgekehrt.

Ferner lehren die Versuche mit Hundeblut (in Uebereinstimmung mit Körber's Versuchen) durchweg, dass die Zersetzungszeiten rascher abnehmen, als die Zusätze von Essigsäure oder Natronlauge wachsen. Aus den Versuchen mit Pferdeblut lässt sich in dieser Hinsicht nichts entnehmen, weil die ganze Zersetzungszeit für die erste Stufe des Essigsäure- sowohl, als des Natronzusatzes hier nicht gemessen wurde.

Schlagend tritt uns hier der Unterschied der Zersetzlichkeit des Hunde- und Pferdeblutes entgegen. Er kann um so weniger auf die Ungleichheiten der Concentrationen bezogen werden, als der Hämoglobingehalt in den aus Pferdeblut dargestellten Lösungen sogar der geringere ist.

Um besser vergleichbare Zahlen zu erhalten, habe ich für jedes einzelne Präparat die beobachtete Zersetzungszeit auf eine absolute Hämoglobinmenge von 0,05 g reducirt, einen Werth, der nicht sehr von den thatsächlich gefundenen abweicht, und die so erhaltenen Zahlen in den nachfolgenden beiden, durch sich selbst verständlichen Tabellen, von welchen die erste sich auf die Essigsäure, die zweite auf die Natronlauge bezieht, zusammengestellt.

Die im letzten verticalen Tabellenstab enthaltenen Zahlen drücken das Verhältniss zwischen der Zersetzlichkeit des Hunde- und des Pferdehämoglobin aus, wobei die dem ersteren angehörigen Zersetzungszeiten jedes Mal gleich der Einheit gesetzt sind.

Vergleicht man die einer und derselben Stufe des Essigsäure- oder Natronzusatzes entsprechenden Zahlen im gleichartigen Blute und zwar sowohl in der Richtung der horizontalen, als auch der verticalen Tabellenstäbe, so sieht man, dass dieselben im Ganzen so gut mit einander übereinstimmen, wie von derartigen Untersuchungen nur erwartet werden kann. Es besteht hier also weder ein Unterschied zwischen krystallisirtem und einfach gewässertem Blut, noch zwischen den verschiedenen Stufen der Krystallisation.

Die Uebereinstimmung tritt besser zu Tage bei den Versuchen mit Essigsäure, als bei denen mit Natronlauge; ferner bei der zweiten und dritten Stufe der Zusätze besser, als bei der ersten.

Die Zahlen, welche dem nur einmal krystallisirten Pferdehämoglobin entsprechen, stelle ich in den Tabellen nicht nur denen für das einmal, sondern auch denen für das zweimal krystallisirte Hundehämoglobin gegenüber. Diese Zahlen kommen demnach in jeder Tabelle zwei Mal vor (vorletzter verticaler Tabellenstab, 2. und 3. Abtheilung).

Tabelle a.

Zersetzungszeiten in Minuten bei Einwirkung von 10% Essigsäure auf 0,05 g Hämoglobin.

	Essig- säure in ccm	Hund I	Hund II	Mittel	Pferd	Verhältniss der Zerset- ungszeit
Wässerige Blutlösung	0,5	64	64	64	mehr als 350	1 : mehr als 5,5
	1,0	24	25	24,5	219	1 : 8,9
	1,5	10	11	10,5	111	1 : 10,6
Hämoglobin- lösung nach ein- maliger Krystalli- sation	0,5	61	70	65,5	mehr als 350	1 : mehr als 4,7
	1,0	26	25	25,5	189	1 : 7,4
	1,5	12	18	12,5	106	1 : 8,5
Hämoglobin- lösung nach zwei- maliger Krystalli- sation	0,5	65	—	65	mehr als 350	1 : mehr als 4,7
	1,0	24	—	24	189	1 : 7,9
	1,5	12	—	12	106	1 : 8,8

Tabelle b.

Zersetzungszeiten in Minuten bei Einwirkung von 10% Natronlauge auf 0,05 g Hämoglobin.

NaHO.

	Essig- säure in ccm	Hund I	Hund II	Mittel	Pferd	Verhältniss der Zersetzungszeit
Wässerige Blutlösung	0,25	67	89	78	mehr als 380	1 : mehr als 4,9
	0,50	9	11	10	104	1 : 10,4
	1,00	1,5	1,5	1,5	54	1 : 36
Hämoglobin- lösung nach ein- maliger Krystalli- sation	0,25	75	80	77,5	mehr als 310	1 : mehr als 4,0
	0,50	12	10	11	104	1 : 9,5
	1,00	1,5	1,0	1,25	44	1 : 35,2
Hämoglobin- lösung nach zwei- maliger Krystalli- sation	0,25	79	—	79	mehr als 310	1 : mehr als 3,9
	0,50	11	—	11	104	1 : 9,5
	1,00	1,0	—	1,0	44	1 : 44

Obgleich aus dem Bisherigen schon hervorgeht, dass es keinen Unterschied macht, ob eine Blutkrystalllösung oder eine entsprechende Blutlösung der Einwirkung der Essigsäure oder Natronlauge ausgesetzt wird, sofern nur der Hämoglobingehalt in beiden der gleiche ist, dass also die übrigen Bestandtheile des Blutes keinen Einfluss auf die Zersetzungszeiten ausüben, so will ich hier doch noch einen weiteren Versuch anführen, der speciell dieser Frage gewidmet war. Er schliesst sich an den Versuch II (mit Hundeblut) an und bestand darin, die Blutkörperchen des Hundes, nachdem sie von ihrem eigenen Serum möglichst befreit worden, im Blutserum des Pferdes zu suspendiren, hieraus eine wässrige Lösung von demselben Hämoglobingehalt, wie die im Versuch II angeführte wässrige Lösung des natürlichen Hundebluts zu bereiten und beide in Betreff ihrer Zersetzlichkeit durch Essigsäure und Natronlauge mit einander zu vergleichen.

Zu diesem Zwecke wurde ein Theil des defibrinirten, zu Versuch II benutzten Hundeblutes centrifugirt, das Serum abgegossen, durch völlig klares, blutkörperchenfreies Pferdeserum ersetzt, wieder centrifugirt, das Serum entfernt etc. Diese Procedur wiederholte ich noch ein zweites und drittes Mal, vertheilte die Blutkörperchen alsdann in soviel Pferdeserum, dass das ursprüngliche Blutvolum wieder hergestellt war und liess die Mischung zwölf Stunden ruhig stehen.

Einen zweiten Versuch, in welchem ich Pferdeblutkörperchen in Hundeblutserum suspendiren wollte, musste ich aufgeben, da die ersteren sich in der letzteren selbst auf der Centrifuge nicht genügend senkten.

Aus jener Mischung wurde nun in der bereits angegebenen Weise eine wässrige Blutlösung hergestellt. Der Winkel φ bei der wässrigen Lösung des natürlichen Hundeblutes in Versuch II betrug $72^{\circ} 30'$, und es gelang mir auch hier, indem ich beim Verdünnen sehr vorsichtig verfuhr, denselben Winkel zu erzielen.

Der Hämoglobingehalt in beiden Blutlösungen war also derselbe, und deshalb sind die Resultate der Versuche direct mit einander vergleichbar.

Ich lasse nun den Versuch folgen.

Versuch IV.

Hundeblutkörperchen in Pferdeblutserum.

$$\varphi = 72^{\circ} 30', \varepsilon = 1,04372, A = 0,1319, c = 0,138.$$

Die absolute Hämoglobinmenge in jedem Präparate betrug also 0,055 g.

Zum Vergleich setze ich neben die Zahlen dieses Versuches in Klammern die aus dem Versuch II, A entnommenen entsprechenden Zahlen für die Zersetzungszeiten der wässerigen Lösung des natürlichen Hundebluts.

Bestimmung der Zersetzbarkeit durch

10% Essigsäure	10% Natronlauge
0,5 ccm zersetzt in 80' (70')	0,25 ccm zersetzt in 97' (98')
1,0 „ „ „ 27' (28')	0,50 „ „ „ 11' (12')
1,5 „ „ „ 13' (12')	1,00 „ „ „ 2' (2').

Es erweist sich also, wie aus der Uebereinstimmung dieser Zahlen hervorgeht, als gleichgiltig, ob sich in der wässerigen Lösung der Hundeblutkörperchen neben dem Hämoglobin die Serumbestandtheile des Hundes oder des Pferdes befinden; da sich nun ferner herausgestellt hat, dass es für die Zersetzlichkeit eines gegebenen Hämoglobins, gleiche Concentration vorausgesetzt, gleichgiltig ist, ob dasselbe sich in einer wässerigen Blutlösung oder in einer reinen, durch Auskrystallisiren gewonnenen, wässerigen Lösung befindet, so beeinflussen offenbar die in den Blutkörperchen neben dem Hämoglobin enthaltenen Bestandtheile den Zersetzungs Vorgang gleichfalls gar nicht, womit Preyer's Einwand gegen Körber's Verfahren erledigt ist.

Zum Schlusse fasse ich die Resultate dieser Arbeit in folgende Sätze zusammen:

1. Die Widerstandskraft des Hunde- und Pferdehämoglobins gegen die zersetzenden Einflüsse der Essigsäure und der Natronlauge ist, wie bereits Körber gefunden, eine sehr verschiedene; die von Körber angewendete Methode hat ihn also nicht zu falschen Resultaten geführt; mithin wird es also auch mit den übrigen, andere Hämoglobinarten betreffenden, Befunden Körber's seine Richtigkeit haben.

2. Diese Verschiedenheit der Widerstandskraft ist durch die chemische Beschaffenheit der Hämoglobine selbst bedingt.

3. Der Unterschied zwischen der Zersetzlichkeit des Hunde- und Pferdehämoglobins wächst mit der Quantität des Zersetzungsmittels. Wenigstens gilt dies von Mischungen, in welchen 0,5—1,5 ccm 10% Essigsäure resp. 0,25—1,00 ccm 10% Natronlauge auf 40 ccm einer Hämoglobininlösung von ca. 0,125% kommen (= 0,05 g Hämoglobin in 40 ccm Lösung).

4. Innerhalb der Grenzen dieser Mischungsverhältnisse erwies sich die Natronlauge als stärker wirkendes Reagens.

Meinem geschätzten Lehrer, Herrn Professor Al. Schmidt, auf dessen Vorschlag ich vorliegende Untersuchungen unternommen, sage ich hierdurch für sein überaus liebenswürdiges Entgegenkommen meinen besten Dank.

www.books2ebooks.eu